

(11)Publication number : 11-175752  
(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(21)Application number : 09-345390 (71)Applicant : SEGA ENTERP LTD  
(22)Date of filing : 15.12.1997 (72)Inventor : YASUI KEISUKE  
OKUBO ATSUSHI

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-175752

(43)公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 15/50  
15/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/72

4 6 5

4 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-345390

(22)出願日 平成9年(1997)12月15日

(71)出願人 000132471

株式会社セガ・エンタープライゼス  
東京都大田区羽田1丁目2番12号

(72)発明者 安井 啓祐

東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
社セガ・エンタープライゼス内

(72)発明者 大久保 淳

東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
社セガ・エンタープライゼス内

(74)代理人 弁理士 土井 健二 (外1名)

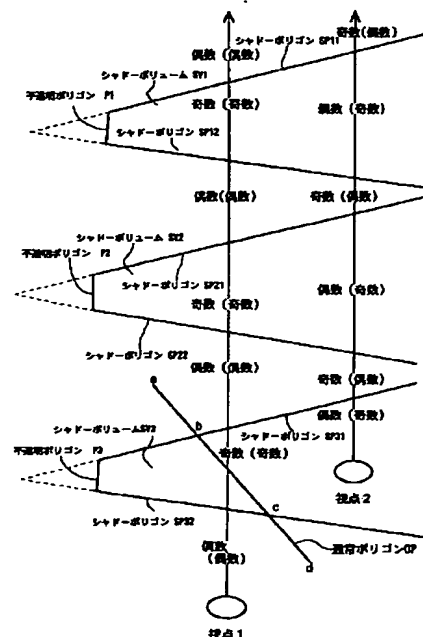
(54)【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57)【要約】

【課題】影付け処理をより効率に行う画像処理装置、方法を提供する。

【解決手段】本発明の画像処理方法は、通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成工程と、各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する工程と、各ピクセル位置について、前記保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数の奇偶を判別し、前記奇偶判別が奇数の場合に当該ピクセルに影が存在すると判断する影判別工程と、前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理工程とを有する。

シャドーポリリウムとシャドーポリゴンを利用した陰影処理



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成手段と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する奥行きバッファと、

各ピクセル位置について、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数の奇偶を判別し、前記奇偶判別が奇数の場合に当該ピクセルに影が存在すると判断する影判別手段と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理部とを有する画像処理装置。

【請求項2】請求項1において、

前記影判断手段は、前記シャドーポリゴンのピクセルの奥行きが、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置より奥側に存在するか否か検出し、全てのシャドーポリゴンのピクセルに対して前記検出が終了した時点で、当該奥側に存在するとの検出の回数に従って前記影が存在するとの検出を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成手段と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する奥行きバッファと、

各ピクセル位置について、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数に従って当該ピクセルに影が存在するか否かの判断をする影判別手段と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理部とを有する画像処理装置。

【請求項4】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成工

程と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する工程と、

各ピクセル位置について、前記保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数の奇偶を判別し、前記奇偶判別が奇数の場合に当該ピクセルに影が存在すると判断する影判別工程と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理工程とを有する画像処理方法。

【請求項5】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成工程と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する工程と、

各ピクセル位置について、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数に従って当該ピクセルに影が存在するか否かの判断をする影判別工程と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理工程とを有する画像処理方法。

【請求項6】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成手順と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する手順と、

各ピクセル位置について、前記保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数の奇偶を判別し、前記奇偶判別が奇数の場合に当該ピクセルに影が存在すると判断する影判別手順と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理手順とをコンピュータに実行させる画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項7】通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成手順と、

各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する手順と、

各ピクセル位置について、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数に従って当該ピクセルに影が存在するか否かの判断をする影判別手順と、

前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理手順とをコンピュータに実行させる画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータを利用した画像処理装置に関し、特に物体の影の領域を効率的に求めることができる画像処理装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】画像処理におけるZ値を利用した陰面消去処理のハードウェアを利用して物体の影を描くことができるシャドーポリゴン法が提案されている。例えば、特開平2-73479である。かかるシャドーポリゴン法は、シャドーボリュームと呼ばれる影付けの為の仮想の物体を利用する。シャドーボリュームとは、光源と物体によって生じる影空間であり、そのシャドーボリュームの内側がその物体の影になる領域であり、その外側は光源の光が照射される領域である。

【0003】シャドーボリュームは、半無限の多面体であり、それを構成する複数の側面はシャドーポリゴンと呼ばれる半無限の多角形である。従って、シャドーボリュームは複数のシャドーポリゴンで構成され、シャドーポリゴンを通常のポリゴンと同様に取り扱い、陰影処理を行うことができる。

【0004】図1は、シャドーボリュームとそれを構成するシャドーポリゴンを利用した陰影処理を示す図である。この例では、光源からの光を不透明ポリゴンP1、P2、P3が遮ることにより、シャドーボリュームSV1、SV2、SV3が形成される。図中、左側に光源が存在するので、不透明ポリゴンP1、P2、P3の右側にそれぞれシャドーボリュームSV1、SV2、SV3が生成される。また、図中、シャドーボリュームの断面が示され、従って、シャドーボリュームSV1はシャド

ーポリゴンSP11、SP12により形成され、シャドーボリュームSV2はシャドーポリゴンSP21、SP22により形成され、シャドーボリュームSV3はシャドーポリゴンSP31、SP32により形成される。

【0005】今仮に、視点の位置がシャドーボリュームの外の位置の視点1にあるとする。シャドーボリューム内の影の領域か、外の光が照射されている領域かを検出するために、Z軸の方向（矢印方向）であって視点1から通常ポリゴンまでの間で通過したシャドーポリゴンをカウントし、そのカウント値が偶数か奇数かを検出する。図1に示される通り、視点1が、シャドーボリュームの外側に位置する場合は、カウント値が偶数の場合はシャドーボリュームの外の領域、奇数の場合はシャドーボリュームの中の領域であることが理解される。

【0006】従って、あるポリゴンの表面が影の領域か否かの判断をするためには、そのポリゴンの位置よりも手前、即ちポリゴンの位置と視点の位置との間に存在するシャドーポリゴンの数をカウントし、そのカウント値が偶数であれば影の領域内、奇数であれば影の領域外であるとすれば良い。

【0007】例えば、図1中に示されるシャドーボリュームSV3を横切る通常ポリゴンOPが存在するとすると、通常ポリゴンOPの領域a-bは、視点1との間にシャドーポリゴンSP31、SP32が2枚存在するので、シャドーボリュームSV3の外の領域と判断される。また、通常ポリゴンOPに領域b-cは、視点1との間にシャドーポリゴンSP32が1枚存在するので、シャドーボリュームSV3の中の領域と判断される。そして、領域c-dは、視点1との間にシャドーポリゴンが存在しないので、シャドーボリュームSV3の外と判断される。

【0008】上記の通り、シャドーボリュームとシャドーポリゴンを利用した陰影処理は、Z値を利用した陰面消去法と同様の方法を利用し、視点との間に何枚のシャドーポリゴンが存在するかをカウントすることで行うことができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図1中の視点2の様に視点がシャドーボリューム内に位置する場合は、視点と通常ポリゴンとの間のシャドーポリゴンの枚数は、奇数の場合がシャドーボリュームの外の領域であり、偶数の場合がシャドーボリュームの内側の領域となる。即ち、視点がシャドーボリューム内に位置する場合は、視点までのシャドーポリゴンの枚数の奇数と偶数に対する影の領域外または影の領域内の関係が、視点がシャドーボリュームの外に位置する場合と逆になる。

【0010】従って、従来の陰影処理方法では、視点の位置がシャドーボリュームの外にある場合か内側にある場合かの判断を行う必要がある。かかる判断は、例えばシャドーポリゴンの面の方程式を解くなどの複雑な演算

が必要となる。そして、その判断結果に応じて、通常ポリゴンと視点までの間に位置するシャドーポリゴンの枚数の奇偶と影の領域内か外かの関係を変更する必要がある。

【0011】そこで、本発明の目的は、上記従来の課題を解決し、より効率的に影付けを行う陰影処理を行うことができる画像処理装置及びその方法を提供することにある。

【0012】更に、本発明の目的は、より効率的に影付けを行う陰影処理を行うことができるプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する為に、本発明の画像処理方法は、通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成工程と、各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する工程と、各ピクセル位置について、前記保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数の奇偶を判別し、前記奇偶判別が奇数の場合に当該ピクセルに影が存在すると判断する影判別工程と、前記影判断手段で影が存在すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理工程とを有する。

【0014】上記の画像処理方法によれば、影が付けられる通常ポリゴンのピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に存在するシャドーポリゴンの数をカウントし、その数が奇数の時は、一義的にそのピクセルはシャドーポリュームの領域内に位置すると判断される。従って、全てのピクセル位置において、奇数が偶数かの判別を行うことにより、影付けを行うべき領域を効率的に検出することができる。

【0015】更に、上記の目的を達成するために、本発明の画像処理方法は、通常ポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成し、更に、通常ポリゴンが光源からの光を遮ることにより生じる影空間を規定するシャドーポリゴンのピクセルの表示画面上の位置データと奥行きデータとを生成するピクセルデータ生成工程と、各ピクセル位置について、通常ポリゴンの最も奥行きの短いピクセルを選択してその奥行きデータを保存する工程と、各ピクセル位置について、前記奥行きバッファに保存された選択されたピクセルの奥行き位置と無限遠の位置との間に、前記シャドーポリゴンが存在するか否か検出し、その間に存在するシャドーポリゴンの枚数に従って当該ピクセルに影が存在するか否かの判断をする影判別工程と、前記影判断手段で影が存在

すると判断されたピクセルに対して影付け処理を行うレンダリング処理工程とを有することを特徴とする。

【0016】上記の様に、奥行きバッファの奥行き位置と無限遠の位置との間のシャドーポリゴンの数に従って、ピクセルに影を付けるか否かを判断することができるので、簡単なアルゴリズムで影付け処理を行うことができる。特に、無限遠の位置が、シャドーポリューム内に位置する場合は、上記の検出された枚数が偶数の時に影付けを行う。また、無限遠の位置がシャドーポリューム外に位置する場合は、上記の検出された枚数が奇数の時に影付けを行うことができる。

【0017】本発明は、上記の画像処理方法を実施する画像処理装置、画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も含まれる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に従って説明する。しかしながら、本発明の技術的範囲がその実施の形態に限定されるものではない。

【0019】本実施の形態例においても、影付けを行う陰影処理において、シャドーポリュームとそれを構成するシャドーポリゴンを利用する。そして、影付けがされる通常ポリゴンのZ値とシャドーポリゴンのZ値との比較を行うことで、影の領域を検出する。

【0020】図1に従って、本発明の実施の形態例の概略を説明する。本実施の形態例では、影付けが行われる通常ポリゴンと無限遠との間に位置するシャドーポリゴンの枚数をカウントし、そのカウント値が偶数であればシャドーポリュームの外の領域であり、カウント値が奇数であればシャドーポリュームの内側の領域であると判断する。即ち、本実施の形態例では、シャドーポリュームは必ず無限遠に対して閉じた空間であることを前提とする。図1に示される通り、各シャドーポリュームSV1～SV3は、図中右側方向には無限遠まで延びる影空間であるが、Z値方向である図中の上方向に対しては閉じた影空間である。従って、Z値の無限遠の位置では必ずシャドーポリュームの外の位置である。

【0021】かかる方法によれば、視点の位置がシャドーポリュームの外側であっても内側であっても、通常ポリゴンと無限遠との間のシャドーポリゴンの数が、偶数ならシャドーポリュームの外の領域であり、奇数ならシャドーポリュームの内側の領域と画一的に判断することができる。図1中に、括弧書きにして奇数と偶数を示した通り、視点1の場合も視点2の場合も、奇数と偶数の関係は同じである。しかも、通常ポリゴンと無限遠との間に位置するか否かの判断は、従来例と同様にZ値を比較することで可能である。即ち、シャドーポリゴンのピクセルのZ値が通常ポリゴンのピクセルのZ値よりも大きい場合に、シャドーポリゴンが存在するという判断をする逆陰面処理によって判断することができる。

【0022】図2は、本実施の形態例の画像処理装置の

構成を示す図である。CPU10は、画像を生成する為のアプリケーションプログラムを実行して、三次元のワールド座標内のポリゴンデータを生成する。また、陰影処理を行う為に、光源からの光線が物体で遮られて形成されるシャドーボリュームを構成するシャドーポリゴンのデータも生成する。CPU10には、バスを介してRAM12、ROM14、操作入力を入力する入出力部16に接続される。

【0023】CPU10で生成されたポリゴンデータは、ジオメトリ処理部18に供給される。ジオメトリ処理部18では、例えばクリッピング処理により表示されるポリゴンが判別され、視点位置に応じてポリゴンの座標データが三次元ワールド座標から表示画面の二次元座標に透視変換される。そして、かかるポリゴンデータがレンダラ20に与えられる。このポリゴンデータは、ポリゴンバッファ22に格納される。

【0024】図3は、ジオメトリ処理部18により生成されたポリゴンデータの構成例を示す図である。図3には、不透明ポリゴンや半透明ポリゴン等の通常ポリゴンOPのデータ構成例と、シャドーポリゴンSPのデータ構成例とが示される。

【0025】通常ポリゴンOPは、三角形のポリゴンを構成する3つの頂点00～01のパラメータで構成される。頂点パラメータには、例えばスクリーン座標( $s_x$ 、 $s_y$ )と表示画面内の奥行きを示すZ値、ポリゴンの表面の模様を示すテクスチャデータを与える為のテクスチャ座標( $T_x$ 、 $T_y$ )、光源に対する処理を行う為の頂点の法線ベクトル( $N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_z$ )、透明度を示す $\alpha$ 値、及び色データ等が含まれる。

【0026】一方、シャドーポリゴンSPのデータは、同様に三角形のポリゴンを構成する3つの頂点10～12のパラメータで構成される。そして、シャドーポリゴンSPは、あくまでも仮想ポリゴンであり実際に描画する必要はない。従って、頂点パラメータは、そのスクリーン座標と奥行きを示すZ値とが含まれれば足りる。尚、シャドーポリゴンは、図1にて示した通り半無限多角形で構成されるが、一旦クリッピング処理されると、表示画面内に存在する有限の多角形になる。

【0027】図2に戻り更に画像処理装置の構成について説明する。レンダラ20内のピクセルデータ生成部24は、ポリゴンデータからポリゴン内のピクセルの座標データを生成する。ピクセルデータの生成は、例えばラスタスキャン法により直線補間演算により求められる。

【0028】図4は、ラスタスキャン法を示す図である。ラスタスキャン法は、頂点A、B、Cからなる三角形のポリゴンの例で説明すると、表示画面の右側方向にX軸、下側方向にY軸を設定し、頂点Aから順次にY軸方向に移動しながら、それぞれのY軸の位置でX軸方向に走査する。そして、走査中のピクセルPにおけるスクリーン座標値とZ値とを直線補間演算により求める。図

4の例で説明すると、点DE間を走査する場合、先ず点Dと点Eのスクリーン座標とZ値とが求められる。この演算は、両側の頂点からの区分比 $t_1$ 、 $t_2$ を利用して直線補間法により求められる。そして、更に、点D、E上における区分比 $t_3$ を利用した直線補間法により、ピクセルPでのスクリーン座標とZ値とが求められる。

【0029】本発明は、必ずしもラスタスキャン法によりピクセルのスクリーン座標とZ値とを求める必要はない。他に適切な演算方法があれば、それを利用してもよい。例えば、本出願人が別途特許出願した、特願平9-305142にて提案したフラクタル処理により、ポリゴンのピクセルの位置を検出しても良い。

【0030】ピクセルデータ生成部24で生成されたピクセルのスクリーン座標とZ値とが、Z値比較器26に供給される。Z値バッファ28には、通常ポリゴンの表示対象のピクセルのZ値が書き込まれている。そこで、Z値比較器26は、生成されたピクセルのZ値と既にZ値バッファ28に書き込まれている通常ポリゴンの表示対象のピクセルのZ値とを比較する。Z値比較器26は、通常ポリゴンに対して行われる陰面消去処理を行う場合は、ピクセルのZ値がZ値バッファ内の対応するZ値よりも小さい場合に、そのZ値をZ値バッファ28に書き込み、対応するポリゴンIDもZ値バッファ28に書き込む。Z値比較器26は、シャドーポリゴンに対して行われる逆陰面消去処理を行う場合は、ピクセルのZ値がZ値バッファ内の対応するZ値よりも大きい場合に、ライトマスクバッファ30内のカウントデータを1つカウントアップする。或いは、ライトマスクバッファ30が奇数と偶数のみを区別する1ビットの2値データのみを記録する場合は、そのデータを奇数から偶数に或いは偶数から奇数に変更する(以下、奇偶転換と称する)。

【0031】上記の説明から明らかな通り、Z値バッファ28には、ピクセル毎に表示されるべきポリゴンIDとそのZ値とが記録される。また、ライトマスクバッファ30には、ピクセル毎にカウントされたシャドーポリゴンの枚数データ或いは奇数・偶数データが記録される。

【0032】1フレーム分の全ての通常ポリゴンの陰面消去処理と全てのシャドーポリゴンの逆陰面消去処理とが完了すると、補間器32にて、各ピクセル毎にテクスチャ座標( $T_x$ 、 $T_y$ )、 $\alpha$ 値、法線ベクトル( $N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_z$ )等が、頂点パラメータに基づく補間演算により求められる。そして、レンダリング処理部34では、ピクセル毎にテクスチャ座標に従ってテクスチャマップメモリ36から模様データを読み出し、色データを含む画像データが演算される。この画像データの演算において、ライトマスクバッファ30により影の領域と判定されたピクセルに対しては、影付けの処理が行われる。或いは光源に対する処理が行われない。光源に対す

る処理は、例えば、法線ベクトルと光源からのベクトルの内積を求めて行うグーローシェーディング処理であり、光源に対してピクセルのスペキュラカラーとディフューズドカラー等が求められる。

【0033】レンダリング処理部34にて求められた画像データは、フレームバッファメモリ38に書き込まれる。そして、フレームバッファメモリ38内に1フレーム分の画像データが記録されてから、その画像データが表示装置40に供給され、表示される。

【0034】図5は、本実施の形態例の陰影処理を含む画像処理のフローチャート図である。先ず、最初に通常ポリゴンの画像処理が行われる。ここでは説明を簡単にすする為に、通常ポリゴンは不透明ポリゴンとする。ジオメトリ処理部18から通常ポリゴンのデータをレンダラ20が受領する(S10)。そして、ピクセルデータ生成部24にて、ラスタスキャン法によりピクセル毎のスクリーン座標とZ値が生成される(S12)。そして、Z値比較器26により、Z値バッファのZ値と処理中のピクセルのZ値との比較を行い、ピクセルのZ値が小さい場合は、そのZ値がZ値バッファ28内に書き込まれ、同時にポリゴンIDもZ値バッファ28内に書き込まれる(S14)。Z値バッファ28のZ値の初期値は、例えば無限大であり、表示画面内のより手前(Z値小さい)にあるピクセルのZ値とポリゴンIDとがZ値バッファ28内に保存される。

【0035】上記のステップS12、S14が通常ポリゴンの全ピクセルに対して行われ、更に、ステップS10～S14が全ての通常ポリゴンに対して行われる。次に、影付けの為の陰影処理を説明する。

【0036】先ず、影の空間を画定するシャドーボリュームを構成するシャドーポリゴンのデータが、ジオメトリ処理部18からレンダラ20に供給される(S16)。そこで、ピクセルデータ生成部24で、シャドーポリゴン内のピクセルのスクリーン座標とZ値とが生成される。ここでも、図4で説明したラスタスキャン法や図示しないフラクタル処理法により処理される。

【0037】そして、シャドーポリゴンのピクセルのZ値とZ値バッファ28に記録されている通常ポリゴンの対応するピクセルのZ値とが、Z値比較器26にて比較される。そして、シャドーポリゴンのピクセルのZ値がZ値バッファ28内のZ値よりも大きい場合に、ライトマスクバッファ30内の対応するピクセルのカウント値をカウントアップする。或いは、奇数・偶数データを奇偶転換する。尚、ライトマスクバッファ30の初期値は、カウント値の場合はゼロ値、奇数・偶数データの場合は偶数を示す「0」であり、シャドーポリゴンのピクセルが通常ポリゴンと無限遠との間に位置する時に、それがカウントされ或いは奇偶転換される。

【0038】図6～図9を参照することにより、上記の処理がより明確に理解される。図6～図9は、シャドー

ポリゴンの逆陰面処理により影が形成される場合のライトマスクバッファのデータの変化を示す図である。いずれの場合も、図6に示される様に、視点が紙面の上部にあり、視線の方向が紙面の裏側に向かう方向となる。図6には、通常ポリゴンOP1の表面に、別の通常ポリゴンOP2により生成された影(図中の斜線領域L、M、N)が表示されている例が示される。即ち、光源50と通常ポリゴンOP2により、光源50からの光線を遮られて形成されたシャドーボリュームSVが示される。このシャドーボリュームSVは、三角錐の形状をなし、4枚のシャドーポリゴンSP1、SP2、SP3、SP4から形成される。このシャドーボリュームSVは、点L、M、Nで囲まれる領域で、通常ポリゴンOP1と交差する。

【0039】図5の画像処理フローチャートに戻ると、今、シャドーボリュームSVを構成するシャドーポリゴンSP1がステップS16、S18、S20で処理されたとすると、図7に示される通り、シャドーポリゴンSP1のピクセルで、そのZ値が通常ポリゴンOP1のZ値よりも大きい、即ち、表示画面内のより奥側に位置する斜線の領域のピクセルに対して、ライトマスクバッファ30のカウントアップ或いは奇偶転換処理が行われる。ライトマスクレジスタ30の初期値が偶数を示すデータであるので、図7の斜線で示された領域は、奇数を示すデータとなっている。

【0040】シャドーポリゴンSP1の処理が終了すると、今度は、図8に示される通り、次のシャドーポリゴンSP2についてステップS16～S20の処理が行われる。シャドーポリゴンSP2のピクセルのZ値がZ値バッファ28のZ値よりも大きい時に、ライトマスクバッファ30のデータのカウントアップ或いは奇偶転換される。図8に示される通り、シャドーポリゴンSP2の場合も、通常ポリゴンOP1の背面側の斜線の領域(点M、Nにより画定される領域)について、ライトマスクバッファ30のカウントアップ又は奇偶転換が行われる。

【0041】そして、次に、背面側のシャドーポリゴンSP3に対してステップS16～S20の処理が行われる。このシャドーポリゴンSP3の場合は、逆陰面処理により、直線LNより下側の領域に対して、ライトマスクバッファ30のデータのカウントアップ或いは奇偶転換される。その結果、三角形LMNの領域が、ライトマスクバッファ30のカウント値が奇数或いは、奇数・偶数データが奇数データ「1」として検出される。そして、最後に底面のシャドーポリゴンSP4について、上記と同様の処理が行われる。この処理では、シャドーポリゴンSP4は、紙面の垂直方向を視線方向にすると、無限遠より手前に位置するので、シャドーポリゴンSP4によっては、奇偶反転は行われぬ。従って、この領域LMNが、通常ポリゴンOP1の表面における通常ポリゴンOP2の影となる領域である。



【0042】全てのシャドーポリゴンの処理が終了すると、ライトマスクバッファ30での影付けされるピクセルのデータは、奇数或いは奇数データ「1」となる。そして、既に説明した通り、視点がシャドーポリリウム内か否かによって、奇数と偶数の判断を逆にする必要はない。

【0043】1フレーム内の全ての通常ポリゴンとシャドーポリゴンの処理が終了すると、Z値バッファ28のデータとライトマスクバッファ30のデータとが補間器32及びレンダリング処理部34に与えられる(S22)。補間器32は、Z値バッファ28内に記録されたポリゴンIDに従って、再度ポリゴンバッファ22に記録されているポリゴンデータの頂点データから補間演算により、各ピクセルのパラメータを求める。

【0044】そして、レンダリング処理部34にて、画像データが生成され、ライトマスクバッファ30からのデータにより影の領域に対しては、光源処理がキャンセルされ、影領域として画像データに反映される(S24)。そして、その画像データがフレームバッファ38に書き込まれる。最後に、フレームバッファ38の画像データに従って、表示装置40に画像が表示される。

【0045】以上説明した通り、本実施の形態例の陰影処理は、シャドーポリリウムとそれを構成するシャドーポリゴンを利用し、通常ポリゴンに対するZ値を利用した陰面処理と同等の逆陰面処理を行うことで、視点の位置にかかわらずピクセルが影の領域か否かを判定することができる。

【0046】図10は、本実施の形態例の画像処理を汎用コンピュータを利用してソフトウェアにより行う場合の構成例を示す図である。汎用コンピュータを利用して画像処理を行う場合は、画像処理の演算は記録媒体内に格納されたプログラムに従って行われる。従って、画像処理プログラムをコンピュータが読み取り可能な記録媒体に格納することで、汎用コンピュータは画像処理専用コンピュータとして動作する。画像処理プログラムは、上記したフローチャート等で説明した各手順をコンピュータに実行させる。

【0047】図10の例では、CPU70、演算用のRAM71内に設けられた、ゲームプログラムや画像処理プログラムが格納されたRAM72が、バス76に接続される。また、バス76に接続された入出力部73は、操作者が操作する操作部74に接続され、操作信号を入力する。また、画像処理の為に、ポリゴンデータを記憶するポリゴンバッファ22、Z値バッファ28、ライトマスクバッファ30、テクスチャマップメモリ36が、演算用のRAM71内に設けられ、それぞれバス76に接続される。また、フレームバッファメモリ38は、バス76に接続され、外部の表示装置40にも接続される。

【0048】この例では、画像処理プログラムがRAM72内に格納されているが、それ以外に、外部のCDROMや磁気テープなどの記録媒体75からRAM71内に画像処理プログラムをインストールすることもできる。

#### 【0049】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、画像処理における影付けを行う陰影処理において、通常ポリゴンと無限遠との間のシャドーポリゴンの数を検出することで、視点の位置がシャドーポリリウム内か否かにかかわらず、影の領域を効率的に検出することができる。また、影の領域の検出に、通常ポリゴンのZ値を利用した陰面処理に類似する逆陰面処理を利用することができるので、ハードウェアを共用することもできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】シャドーポリリウムとそれを構成するシャドーポリゴンを利用した陰影処理を示す図である。

【図2】本実施の形態例の画像処理装置の構成を示す図である。

【図3】ジオメトリ処理部18により生成されたポリゴンデータの構成例を示す図である。

【図4】ラスタスキャン法を示す図である。

【図5】本実施の形態例の陰影処理を含む画像処理のフローチャート図である。

【図6】シャドーポリゴンの逆陰面処理により影が形成される場合のライトマスクバッファのデータの変化を示す図である。

【図7】シャドーポリゴンの逆陰面処理により影が形成される場合のライトマスクバッファのデータの変化を示す図である。

【図8】シャドーポリゴンの逆陰面処理により影が形成される場合のライトマスクバッファのデータの変化を示す図である。

【図9】シャドーポリゴンの逆陰面処理により影が形成される場合のライトマスクバッファのデータの変化を示す図である。

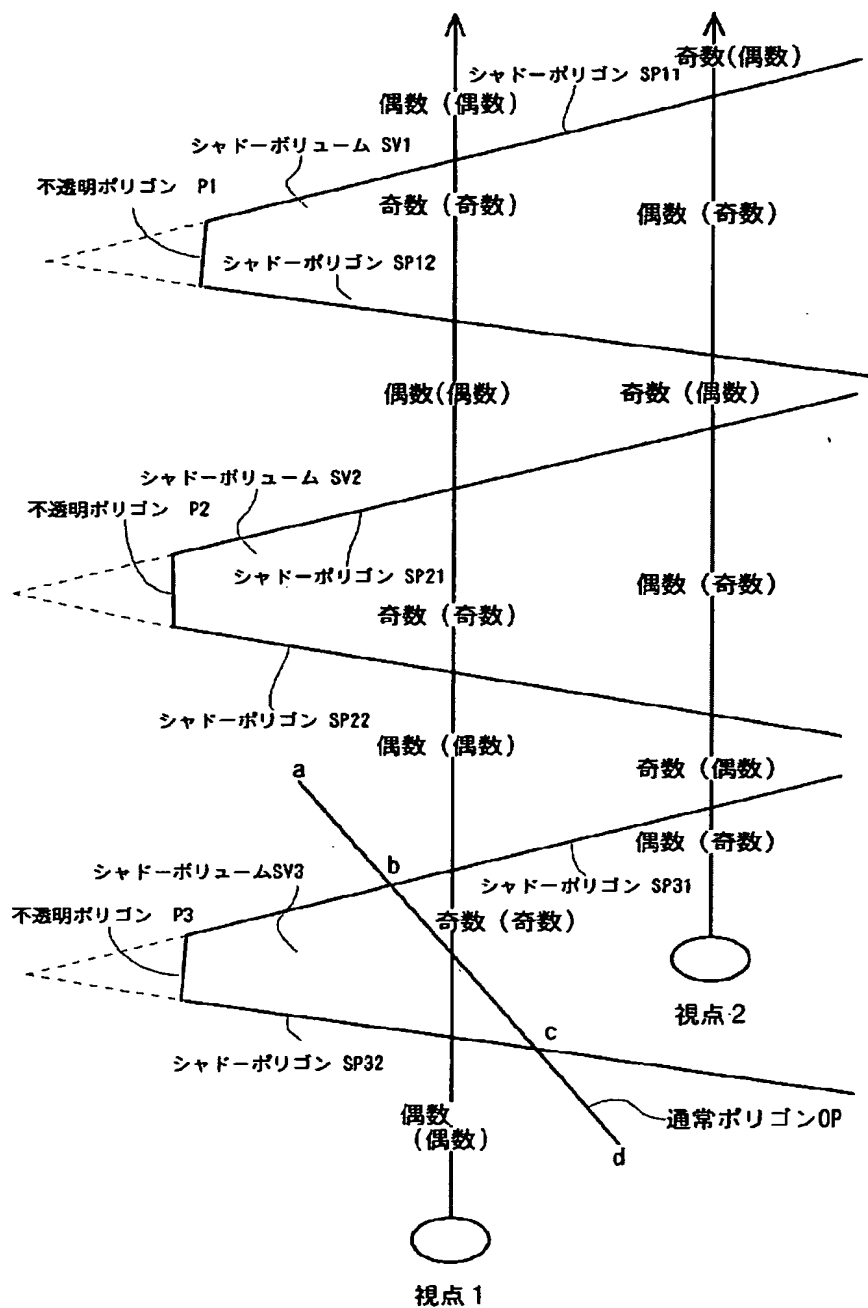
【図10】本実施の形態例の画像処理を汎用コンピュータを利用してソフトウェアにより行う場合の構成例を示す図である。

#### 【符号の説明】

SV1～SV3	シャドーポリリウム
SP1～SP3	シャドーポリゴン
24	ピクセルデータ生成部
26	Z値比較器
28	Z値バッファ
30	ライトマスクバッファ
34	レンダリング処理部
38	フレームバッファ

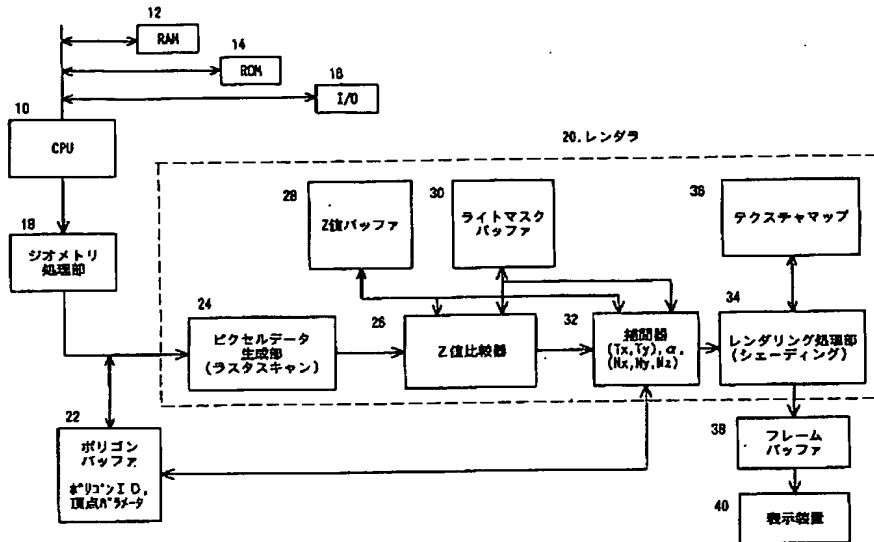
【図1】

## シャドーボリュームとシャドーポリゴンを利用した陰影処理

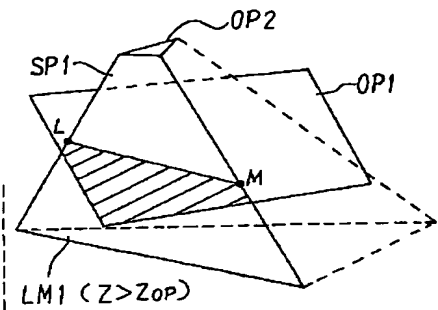


【図2】

画像処理装置のブロック図

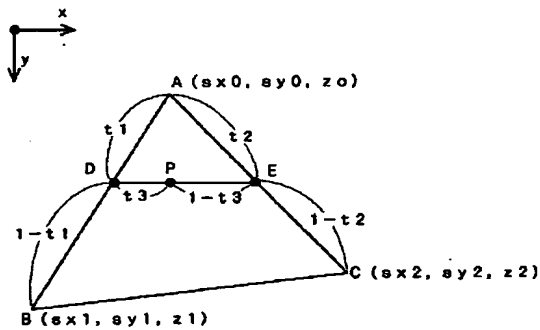


【図7】

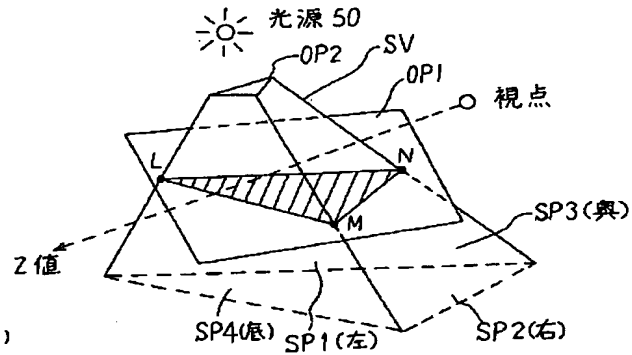


【図4】

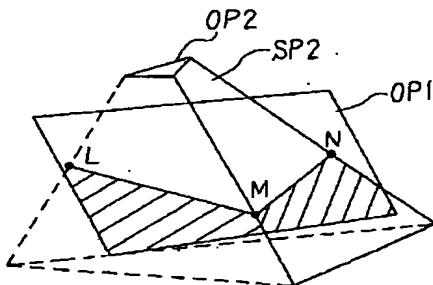
ラスタスキャン法を示す図



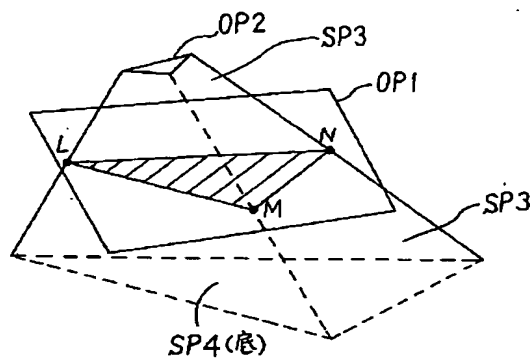
【図6】



【図8】



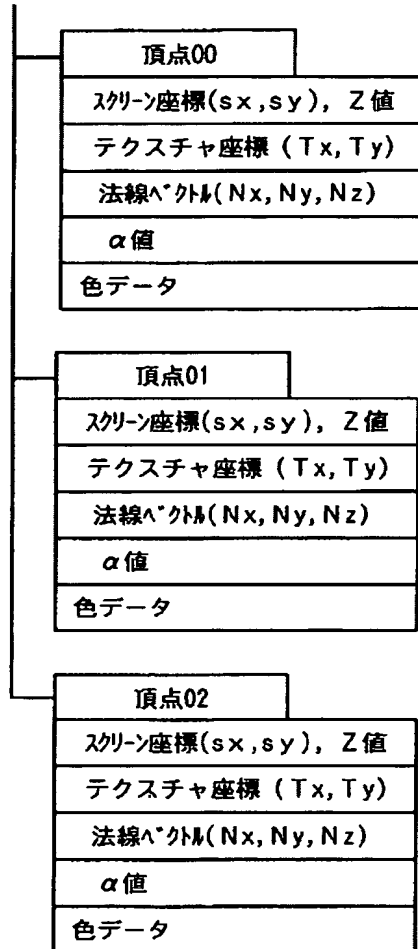
【図9】



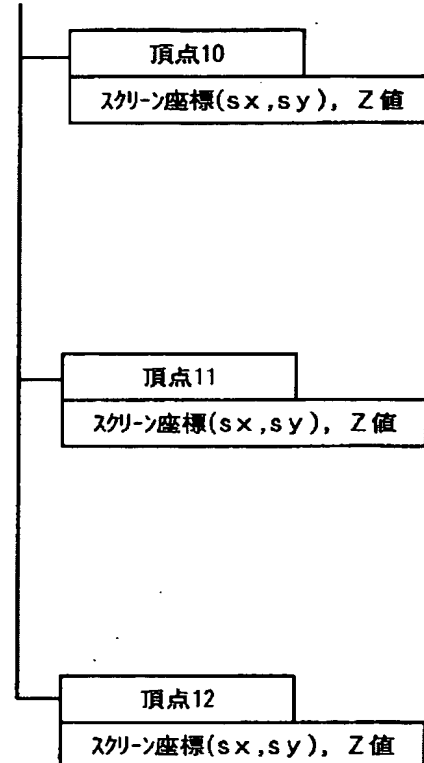
【図3】

## ポリゴンデータの構成例

## 通常ポリゴンOP

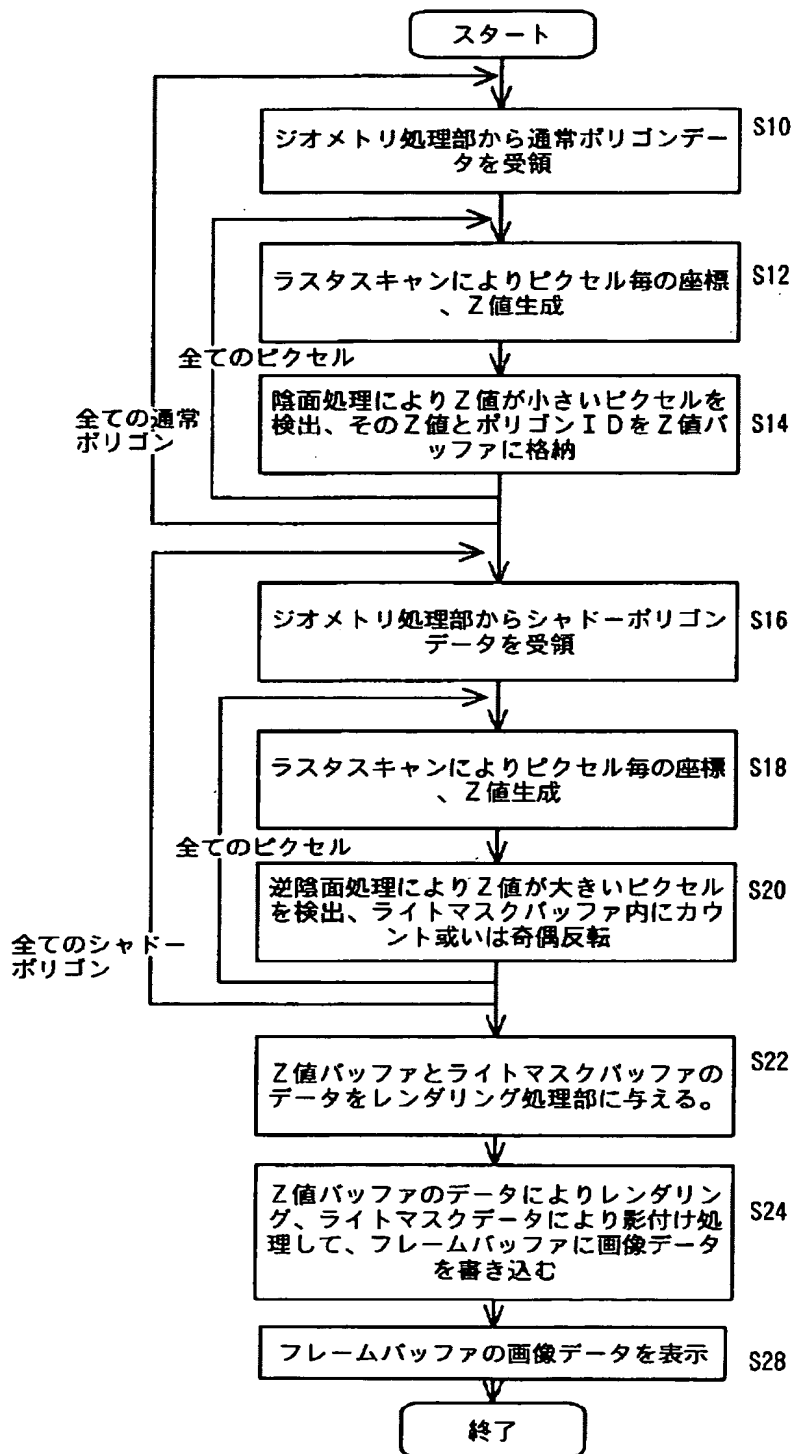


## シャドーポリゴンSP



【図5】

## 陰影処理を含む画像処理のフローチャート図



【図10】

汎用コンピュータで画像処理を行う場合の構成図

